



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 198 32 979.2

**Anmeldetag:** 22. Juli 1998

**Anmelder/Inhaber:** Dipl. - Ing. Friedmund N a g e l, Zell/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur Reduzierung der Schallemission bei Verbrennungsmotoren

**IPC:** F 01 N 1/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. April 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

Dipl.-Ing. Friedmund Nagel

22. Juli 1998  
N27679 G/JH/mh

5

---

**Vorrichtung und Verfahren zur Reduzierung der Schallemission**

10

**bei Verbrennungsmotoren**

---

15

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reduzierung der Schallemission von Verbrennungsmotoren.

20

Verbrennungsmotoren, wie sie in Automobilen oder Motorrädern verwendet werden, geben kontinuierlich Abgase des Verbrennungsvorgangs aus dem Verbrennungsraum an die Umgebung ab, die durch den Verbrennungsvorgang in Schwingung versetzt wurden und damit eine Schallquelle von erheblicher Intensität darstellen.

25

Herkömmlich werden Schalldämpfer im Abgasstrom von Verbrennungsmotoren angeordnet, um die Schwingungen und damit die Schallemission der Abgase zu dämpfen. Bei Automobilen werden regelmäßig mindestens zwei Schalldämpfer verwendet, ein Vor- oder Hauptschalldämpfer und ein End- oder Nachschalldämpfer. Die Funktion des Vorschalldämpfers wird heute häufig auch durch einen Katalysator zur Abgasreinigung übernommen. Die Dämpfung der Abgase in Schalldämpfern führt zu einem erhöhten Abgas-  
gendruck und damit zu Leistungsverlust bzw. Mehrverbrauch des Motors. Außerdem benötigen die Schalldämpfer nicht unerheblichen Platz im Motorraum oder am Fahrzeugboden und stellen ein nicht nutzbringendes Zusatz-  
gewicht am Fahrzeug dar.

35

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demgemäß darin, eine Vorrichtung zur Minderung der Schallemission von Verbrennungsmotoren bereitzustellen, die ohne Schalldämpfer oder zumindest mit kleineren Schalldämpfern auskommt.

5

Diese Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zur Behandlung von Abgasen eines Verbrennungsmotors gelöst. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt eine Vorrichtung zur Sammlung und Ableitung der Abgase aus dem Verbrennungsmotor, einen  
10 ersten Schallwandler zur Umwandlung von Schallwellen in Signale, die ein Maß für die Amplitude und für die Phase der Schallwellen sind, und einen zweiten Schallwandler zur Umwandlung der Signale in Kompensationsschallwellen, die eine Amplitude und Phase aufweisen, sodaß sich die Schallwellen und die Kompensationsschallwellen wenigstens teilweise aus-  
15 löschen, wobei der erste Schallwandler und der zweite Schallwandler in der Vorrichtung in dem Strom der Abgase angeordnet sind.

Die Vorrichtung zur Sammlung und Ableitung der Abgase aus dem Verbrennungsmotor ist typischerweise ein Abgaskrümmern oder ein anderes  
20 Abgassammelrohr. Der erste Schallwandler kann ein Mikrophon sein, das die Schallwellen, die von dem Abgasstrom ausgesandt werden, aufnimmt und in ein Signal, etwa ein elektrisches Signal umwandelt, das ein Maß für die Amplitude und für die Phase der Schallwellen am Ort des Schallwandlers ist. Der zweite Schallwandler kann ein Lautsprecher sein, der aufgrund des  
25 Signals des ersten Schallwandlers Kompensationsschallwellen aussendet, die eine Amplitude und eine Phase aufweisen, sodaß sich die Schallwellen und die Kompensationsschallwellen mindestens teilweise gegenseitig auslöschen. Die Schallwellen und die Kompensationsschallwellen können dabei gleiche  
30 die Amplitude der Schallwellen etwas größer als die Amplitude der Kom-

5      pensationsschallwellen, sodaß ein Restschall des Verbrennungsmotors hörbar bleibt, um Passanten vor herannahenden Fahrzeugen zu warnen, oder um dem Fahrzeug ein bestimmtes erwünschtes Klangbild ("Sound") zu verleihen. Ein weiterer Grund für die Beibehaltung eines Restschallpegels des Motors liegt darin, daß bei einer nahezu vollständigen Kompensation des Abgasschalls andere Geräusche in unerwünschter Weise akustisch in den Vordergrund treten. Der registrierte Schall kann in einem Mikroprozessor einem oder mehreren Verarbeitungsschritten unterzogen werden, zum Beispiel einer Fourieranalyse, um den Kompensationsschall möglichst genau zu wählen. Die  
10     Verwendung eines Mikroprozessors erlaubt überdies die Steuerung der Kompensationsschallemission nach einem Kennfeld, etwa in Abhängigkeit von Parametern, die die Beschaffenheit der Abgasschallwellen beschreiben, oder in Abhängigkeit von Fahrzeug- oder Motorparametern, wie Geschwindigkeit, Drehzahl, Gaspedalstellung. Zum Beispiel kann bei steigender Geschwindigkeit  
15     oder Drehzahl der äußere Schallpegel des Fahrzeugs dadurch konstant gehalten werden, daß die prozentuale Kompensation des Abgasschalls immer höher wird, also die Amplitude der Kompensationsschallwellen relativ immer mehr an die Amplitude der Schallwellen angepaßt wird. Ein Mikroprozessor kann auch eine Adaptierung der Schallwellenkompensation, etwa von starker  
20     auf weniger starke Kompensation ermöglichen.

Der erste und zweite Schallwandler, beispielsweise das Mikrophon und der Lautsprecher, sind erfindungsgemäß in der Vorrichtung zur Sammlung und Ableitung der Abgase aus dem Verbrennungsmotor, beispielsweise dem  
25     Abgassammelrohr, angebracht. Die Anbringung der Kompensationseinheit (erster und zweiter Schallwandler, gegebenenfalls separater Mikroprozessor) erfolgt möglichst nahe dem Brennraum, da hier das Frequenzspektrum der Abgasschallwellen noch am engsten ist. Andererseits kann es nötig sein, die Schallkompensation erst weiter von dem Brennraum entfernt vorzunehmen,  
30     um die Schallwandler nicht zu hohen Temperaturen auszusetzen. Die Anord-

nung der Schallkompensationseinheit direkt in dem Abgasrohr erlaubt eine direkte Einwirkung auf die von den Abgasen ausgesandten Schallwellen. Die Anordnung des zweiten Schallwandlers, also etwa des Lautsprechers, erfolgt vorzugsweise zentral in dem Abgasrohr. Diese symmetrische Bauweise  
5 schafft vor allem kontrolliertere akustische Bedingungen. Vorzugsweise ist der zweite Schallwandler in der Vorrichtung zur Sammlung und Ableitung der Abgase entgegen dem Strom der Abgase angeordnet. Damit ist der zweite Schallwandler gegen direkte Beaufschlagung durch die Abgase und damit auch gegen Verschleiß und Verschmutzung geschützt. Dabei wird der  
10 zweite Schallwandler vorteilhafterweise gegen den Strom der Abgase durch eine strömungsgünstige Abdeckung abgeschirmt. Dadurch wird die Störung des Abgasstroms, also die Bildung von Turbulenzen in dem Abgasstrom, durch die Anbringung des zweiten Schallwandlers in dem Abgasstrom vermindert.

15 Besonders vorteilhaft ist es, wenn auch der erste Schallwandler entgegen dem Abgasstrom angeordnet wird, denn dadurch erfaßt der erste Schallwandler unmittelbar den Schall in Amplitude und Phase an dem Ort, an dem der zweite Schallwandler diesen Schall auch kompensieren soll, und zwar ohne  
20 eine Beeinträchtigung der Schallmessung durch Anströmung. Außerdem kann der erste Schallwandler in diesem Fall mit dem zweiten Schallwandler zu einer kompakteren Einheit zusammengefaßt werden, die den Abgasstrom in dem Abgasrohr weniger stört und damit die Effizienz der Schallkompensation erhöht. Besonders kompakt kann diese Einheit ausfallen, wenn der erste  
25 Schallwandler in dem zweiten Schallwandler angeordnet wird. Dabei kann der erste Schallwandler einfach nur in einem Ausschnitt in dem zweiten Schallwandler angeordnet sein, also von diesem räumlich umgeben, aber an sich selbstständig sein. Die beiden Schallwandler können aber auch voll ineinander integriert sein, also ein einziges integriertes Bauteil bilden.

Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung können sich ergeben, wenn die Vorrichtung zur Sammlung und Ableitung der Abgase, die die beiden Schallwandler enthält, auch einen Katalysator, wie er regelmäßig zur Abgasnachbehandlung bei Verbrennungsmotoren notwendig ist, aufweist. Der Katalysator kann nämlich zur Beeinflussung des Abgasstroms ausgenutzt werden, sodaß die folgende Schallkompensation noch zielgenauer und damit erfolgreicher durchgeführt werden kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Katalysator derart ausgebildet und in der Vorrichtung derart angeordnet ist, daß er den Strom der Abgase an seinem Auslaß weitgehend parallel in die Vorrichtung abgibt. Damit findet die Schallkompensation in einem aerodynamisch möglichst homogenen und definierten Umfeld statt.

Erfindungsgemäß wird auch eine Vorrichtung zur Minderung der Schall-emission eines Verbrennungsmotors bereitgestellt, die einen ersten Schallwandler zur Umwandlung von Schallwellen in Signale, die ein Maß für die Amplitude und für die Phase der Schallwellen sind, und einen zweiten Schallwandler zur Umwandlung der Signale in Kompensationsschallwellen, die eine Amplitude und Phase aufweisen, sodaß sich die Schallwellen und die Kompensationsschallwellen wenigstens teilweise auslöschen, aufweist, wobei die Vorrichtung, eine Schallkompensationseinheit, in einer Vorrichtung zur Sammlung und Ableitung der Abgase aus dem Verbrennungsmotor angebracht werden kann. Eine derartige Vorrichtung kann als integrales Bauteil in ein Abgassammelrohr auf einfache Weise eingesetzt und ausgetauscht werden. Eine derartige Kompensationseinheit erlaubt eine einfache Handhabung in der Praxis, ähnlich wie eine Lamda-Sonde. Allerdings muß sichergestellt werden, daß die Montage der Kompensationseinheit in dem Abgasrohr mit der erforderlichen Genauigkeit erfolgt, um eine wirksame Schallkompensation zu erzielen. Dies kann beispielsweise durch einen genau gearbeiteten Einbausatz, etwa ein Gewinde mit Positionskontrolle, geschehen.

Erfindungsgemäß wird auch ein Verfahren zur Reduzierung von Abgasschall bei Verbrennungsmotoren bereitgestellt, das die Anbringung eines ersten und eines zweiten Schallwandlers mit obigen Eigenschaften in einem Abgasrohr umfaßt.

5

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren beschrieben. Dabei zeigen:

- Figur 1: Ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Behandlung von Abgasen aus einem Verbrennungsmotor.
- Figur 2: Schematisches Schaltbild zur Funktion einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Figur 1 zeigt ein Abgassammelrohr 2 zur Sammlung und Ableitung eines Abgasstroms, der durch einen Doppelpfeil 3 symbolisiert ist, aus einem nicht gezeigten Verbrennungsmotor, der in Richtung des Pfeils 1 angeordnet ist. Das Abgassammelrohr 2 enthält in einer Aufweitung 14 einen Katalysator 10, etwa einen für Kraftfahrzeuge geeigneten Metallkatalysator. Dieser hat einen Eingang 11 und einen Ausgang 12 für die Abgase 3. Seine innere Struktur ist derart gewählt, daß die Abgase 3 den Katalysator 10 an dessen Auslaß 12 in weitgehend parallelem, also wirbelfreiem Gasfluß verlassen.

Der Katalysator 10 bewirkt hier eine starke Gleichrichtung des vor dem Katalysator 10 weitgehend ungerichteten Schallfeldes der Abgase 3. In dem Katalysator 10 werden die zur Längsrichtung des Katalysators 10 senkrecht stehenden Anteile der Schallwellen stark gedämpft, sodaß die längsgerichteten Anteile der Schallwellen bevorzugt durchgelassen werden und sich ein relativ gut gleichgerichtetes Schallfeld nach dem Katalysator 10 ausbildet, das zu der Abstrahlebene des zweiten Schallwandlers 7, also zur Kompensationschallebene weitgehend parallel ist.

Falls eine Kühlung der Abgase 3 nach deren Austritt aus dem Katalysator 10 und vor der Kompensation erwünscht ist, kann nach dem Katalysator 10 eine Kühleinheit innerhalb des Umfangs des Abgasrohrs 2 angeordnet werden.

5

Nach Verlassen des Katalysators 10 treffen die Abgase 3 auf eine Schallreduktionseinheit 13, die aus einem Lautsprecher 7 und einem in dessen Mitte angeordneten Mikrophon 4 besteht. Dabei ist das Mikrophon 4 in dem Lautsprecher 7 angeordnet, um einerseits Platz zu sparen und um andererseits den Schall möglichst genau dort zu erfassen, wo dann auch die Kompensationsschallwellen ausgesandt werden. Beide Schallwandler, also das Mikrophon 4 und der Lautsprecher 7, sind entgegen dem Abgasstrom 3 angeordnet, um generell deren Beaufschlagung mit Abgasen zu vermeiden. Dies vermeidet einerseits deren Verschmutzung durch die Abgase 3 und deren Beschädigungen durch feine, sich ablösende Katalysatorpartikel und vermindert andererseits den Strömungswiderstand der Kompensationseinheit 13.

Die Baueinheit 13 ist dabei mit einer strömungsgünstigen Verkleidung 9 gegen den Abgasstrom 3 aus dem Katalysator 10 abgeschirmt. Diese Verkleidung erstreckt sich vorteilhafterweise von der Halterung der Kompensationseinheit 13 bis zu deren Sockel 17 an der Wand des Abgasrohrs 2. Die Einheit 13 soll dabei schwingungsfrei in der Vorrichtung 2 angebracht werden. In dem Gerätesockel 17 ist auch der Mikroprozessor bzw. eine entsprechende elektronische Schaltung für die Bearbeitung der Signale 6 zwischen dem Mikrophon 4 und dem Lautsprecher 7 angeordnet. Die Temperaturen in dem Sockel 17 sind deutlich geringer als in dem Abgasstrom 3, sodaß der Mikroprozessor dort problemlos untergebracht werden kann. Über die Elektrozuleitung 18 wird die Einheit 13 mit Strom versorgt. Die Kompensationseinheit 13 wird durch eine Montageöffnung 15 in der Vorrichtung



2 in diese eingeführt und darin etwa mit Hilfe eines exakten Schraubgewin-  
des oder einer entsprechend genau funktionierenden Steckverbindung fixiert.  
Damit ist die Vorrichtung 13 auf einfache Weise montierbar und demontier-  
bar, also im Fall eines Schadens auch leicht austauschbar. Die Fixierung  
5 und Justierung der Einheit 13 in der Vorrichtung 2 muß allerdings so genau  
erfolgen, daß die Schallkompensation dauerhaft zuverlässig funktioniert.

Figur 1 zeigt weiterhin eine Lambda-Sonde 19 mit ihrer Strom- und Steuer-  
zuleitung, die in ähnlicher Weise in dem Abgassammelrohr 2 angebracht ist,  
10 wie die Schallkompensationseinheit 13.

In Figur 1 ist die Einheit 13 zentral in dem Abgassammelrohr 2 angeordnet,  
sodaß symmetrische und damit gut kalkulierbare aerodynamische und akusti-  
sche Verhältnisse gegeben sind. Sie ist in der Aufweitung 14 angeordnet,  
15 wo infolge des größeren Strömungsdurchmessers die Strömungsgeschwin-  
digkeit der Abgase 3 deutlich reduziert ist.

Nach der Schallkompensationseinheit 13 verengt sich das Sammelrohr 2 zu  
einem kleineren Querschnitt 16. Das Maß der Schallkompensation kann hier  
20 auf ein beliebiges Niveau eingestellt werden, indem die Amplitude der Kom-  
pensationsschallwellen variiert wird. Diese wird vorzugsweise unterhalb der  
Amplitude der Abgasschallwellen liegen, um einen Restschall zu erhalten,  
der sowohl Warnfunktion haben, wie auch der Schaffung eines bestimmten  
erwünschten Klangbildes dienen kann.

25

Diese Art und Weise der Schallkompensation ist nicht nur gewichtssparend  
und raumökonomisch, sondern auch einfach und damit kostengünstig.

Figur 2 zeigt ein Prinzipschaltbild der Bauteile einer erfindungsgemäßen  
30 Vorrichtung zur Behandlung von Abgasen eines Verbrennungsmotors.

- Die Abgasschallwellen 5 treffen auf den ersten Schallwandler 4, etwa ein Mikrophon, das die Schallwellen 5 in Signale 6, zum Beispiel elektrische Signale umwandelt. Die Schallwellen 5 stellen regelmäßig ein komplexes Klangbild dar, sodaß in einer Recheneinheit beispielsweise eine Fourieranalyse durchgeführt werden muß, um dieses Klangbild in Sinusschwingungen von bestimmter Frequenz, Amplitude und Phase zu zerlegen, von denen eine in Figur 2 gezeigt ist. Die Recheneinheit kann dabei integriert oder extern angeordnet sein.
- 10 Die Signale 6, die das Klangbild der Abgasschallwellen beschreiben, werden dann an den zweiten Schallwandler 7, also etwa einen Lautsprecher, geleitet, der dementsprechende Kompensationsschallwellen 8 ausgibt, die sich zu einem Gegenklangbild zusammensetzen. Die einzelnen Kompensationsschallwellen 8 entsprechen den durch Fourier-Zerlegung erhaltenen Abgassinus-
- 15 schwingungen. Die Kompensationswellen 8, von denen eine in Figur 2 beispielhaft dargestellt ist, weisen im Vergleich zu den zugehörigen Abgasschallwellen 5 umgekehrte, das heißt um  $180^\circ$  verschobene Phase, gleiche Frequenz und gleiche oder annähernd gleiche Amplitude auf.
- 20 Die vorliegende Erfindung erlaubt somit die Reduzierung des Abgasschalls eines Verbrennungsmotors ohne die Verwendung von Schalldämpfern oder unter Verwendung von kleineren Schalldämpfern zur Dämpfung von Restschall. Damit wird der Abgasgegendruck des Abgassystems erheblich reduziert, sodaß die Leistungsverluste des Motors und damit der Verbrauch bei
- 25 gegebener Leistung sinken.

Dipl.-Ing. Friedmund Nagel

22. Juli 1998  
N27679 G/JH/mh

5

### Patentansprüche

10

1. Vorrichtung zur Behandlung von Abgasen eines Verbrennungsmotors (1) mit einer Vorrichtung (2) zur Sammlung und Ableitung der Abgase (3) aus dem Verbrennungsmotor (1),

**gekennzeichnet durch**

15

- a) einen ersten Schallwandler (4) zur Umwandlung von Schallwellen (5) in Signale (6), die ein Maß für die Amplitude und für die Phase der Schallwellen (5) sind, und

20

- b) einen zweiten Schallwandler (7) zur Umwandlung der Signale (6) in Kompensationsschallwellen (8), die eine Amplitude und Phase aufweisen, sodaß sich die Schallwellen (5) und die Kompensationsschallwellen (8) wenigstens teilweise auslöschen, wobei

- c) der erste Schallwandler (4) und der zweite Schallwandler (7) in der Vorrichtung (2) in dem Strom der Abgase (3) angeordnet sind.

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Schallwandler (7) entgegen dem Strom der Abgase (3) angeordnet ist, sodaß die Kompensationsschallwellen (8) in Strömungsrichtung der Abgase (3) ausgesandt werden.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Schallwandler (7) gegen den Strom der Abgase (3) durch eine strömungsgünstige Abdeckung (9) abgeschirmt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Schallwandler (4) entgegen dem Strom der Abgase (3) angeordnet ist.
- 5 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Schallwandler (4) in dem zweiten Schallwandler (7) angeordnet ist.
- 10 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (2) einen Katalysator (10) mit einem Einlaß (11) und einem Auslaß (12) für die Abgase (3) enthält.
- 15 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator (10) derart ausgebildet und in der Vorrichtung (2) derart angeordnet ist, daß er den Strom der Abgase (3) an seinem Auslaß (12) derart in die Vorrichtung (2) abgibt, daß ein zur Kompensationsschallebene weitgehend paralleles Schallfeld in der Vorrichtung (2) entsteht.
- 20 8. Vorrichtung (13) zur Minderung der Schallemission eines Verbrennungsmotors (1), gekennzeichnet durch  
einen ersten Schallwandler (4) zur Umwandlung von Schallwellen (5) in Signale (6), die ein Maß für die Amplitude und für die Phase der Schallwellen (5) sind, und  
einen zweiten Schallwandler (7) zur Umwandlung der Signale (6) in  
25 Kompensationsschallwellen (8), die eine Amplitude und Phase aufweisen, sodaß sich die Schallwellen (5) und die Kompensationsschallwellen (8) wenigstens teilweise auslöschen, wobei  
die Vorrichtung (13) derart gestaltet ist, daß sie in einer Vorrichtung  
(2) zur Sammlung und Ableitung der Abgase (3) aus dem Verbrennungsmotor (1) angebracht werden kann.  
30

Dipl.-Ing. Friedmund Nagel

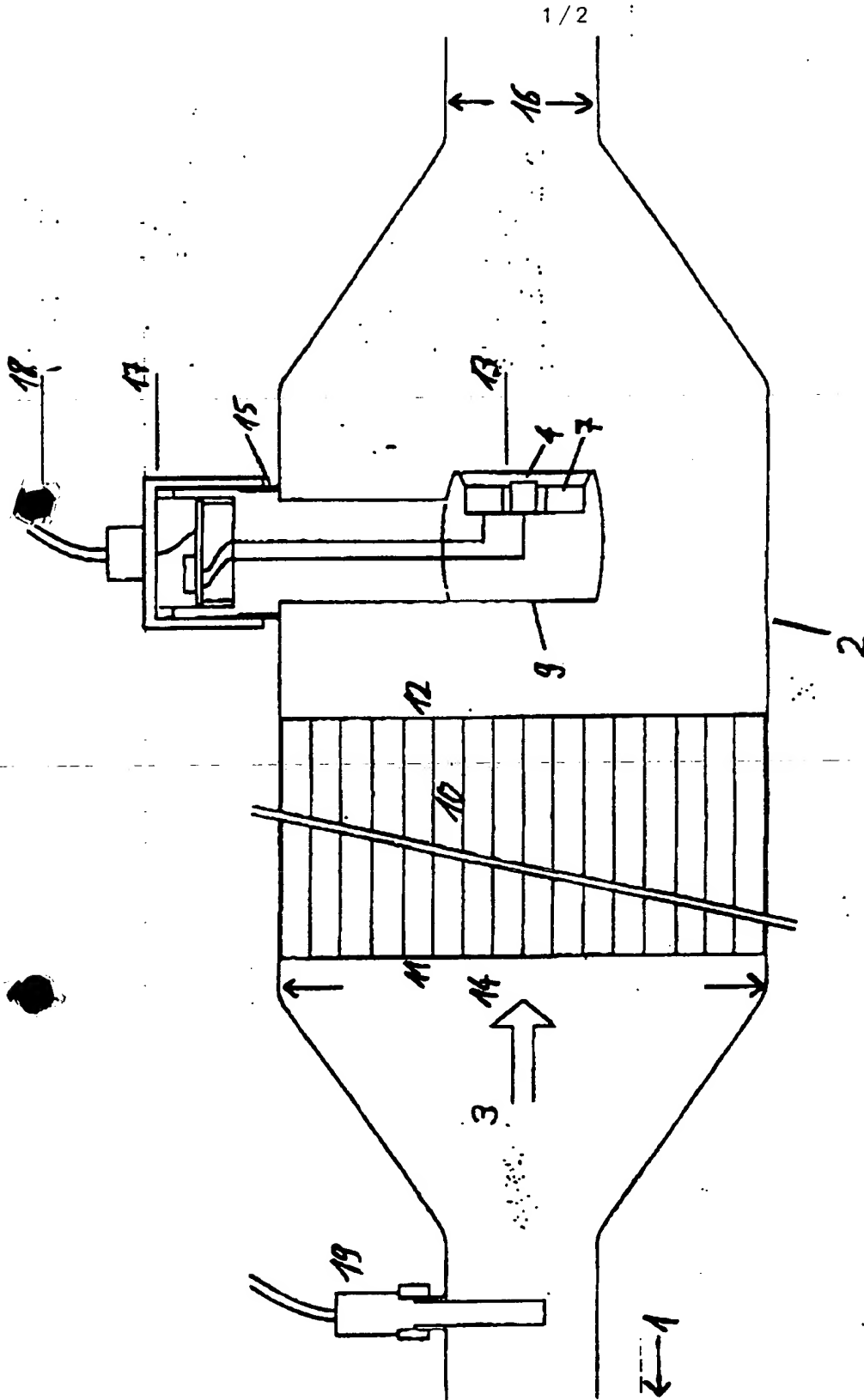
22. Juli 1998  
N27679 G/JH/mh

5

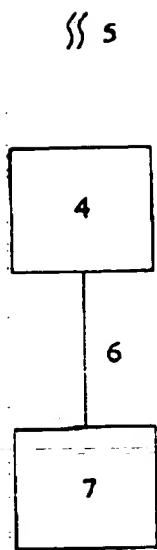
### **Zusammenfassung**

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Behandlung  
von Abgasen eines Verbrennungsmotors (1), der eine Vorrichtung (2) zur  
Sammlung und Ableitung der Abgase (3) aus dem Verbrennungsmotor (1)  
umfaßt. Dabei wird erfindungsgemäß ein erster Schallwandler (4) zur Um-  
wandlung von Schallwellen (5) in Signale (6), die ein Maß für die Am-  
15 plitude und für die Phase der Schallwellen (5) sind, und ein zweiter Schall-  
wandler (7) zur Umwandlung der Signale (6) in Kompensationsschallwellen  
(8), die eine Amplitude und Phase aufweisen, sodaß sich die Schallwellen  
(5) und die Kompensationsschallwellen (8) wenigstens teilweise auslöschen,  
in der Vorrichtung (2) in dem Strom der Abgase (3), vorzugsweise zentral  
20 angeordnet.

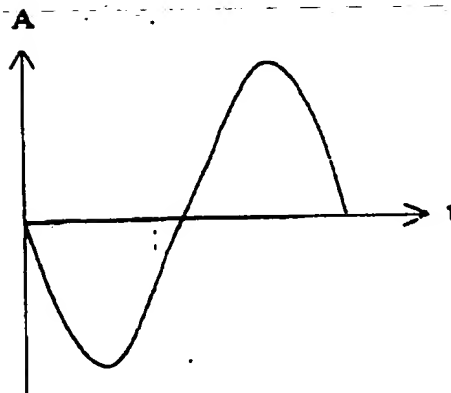
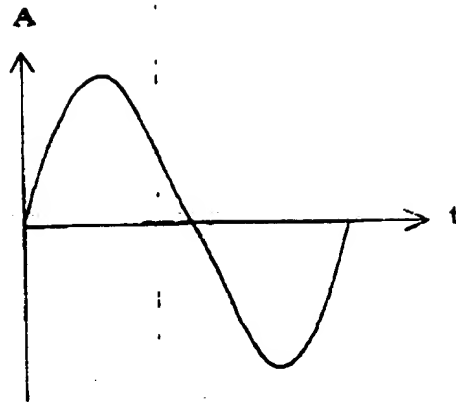
Fig. 1



Figur 2



§§ 8





Creation date: 09-15-2004  
Indexing Officer: KORR - KEENAN ORR  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09765775

Legal Date: 06-10-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	SRNT	4

Total number of pages: 4

Remarks:

Order of re-scan issued on .....